

DIMENSIONADO DE VIGAS

Los elementos flexionados deben ser dimensionados a flexión y corte que son los esfuerzos que están presentes en la transmisión de acciones.

En primer lugar, se debe determinar la forma del elemento flexionado, que en general resulta de sección rectangular. A partir de ahí se establece el eje neutro, que es una línea imaginaria, según la cual el material no sufre ni acortamientos, ni alargamientos alrededor del cual giran las secciones. Entonces podemos calcular el baricentro de las fuerzas de compresión.

En función de las condiciones atmosféricas a las que estará sometida la pieza (tabla 7.7.1. CIRSOC 201, en anexo), se establece el recubrimiento que deberán tener las armaduras y se puede determinar la posición de la armadura traccionada y por ende el valor del "brazo elástico" z .

La fuerza total de tracción será:

$$Z = A_s \cdot f_y$$

donde:

Z = resultante de tracción

A_s = sección total de acero en tracción

f_y = tensión de fluencia del acero

Recordemos que el momento producido por las cargas exteriores (M) debe ser equilibrado por el momento interno de la sección que lo suministran el par formado por las fuerzas totales de tracción (Z) de compresión (C), que se hallan separadas la distancia " z " Figura 1. El momento interno resulta:

$$M_n = Z \cdot z = C \cdot z$$

donde:

M_n = Momento interno nominal

z = Brazo elástico

C = Resultante de compresión

Y deberá ser igual o mayor que el momento último exterior.

$$\phi \cdot M_n \geq M_u$$

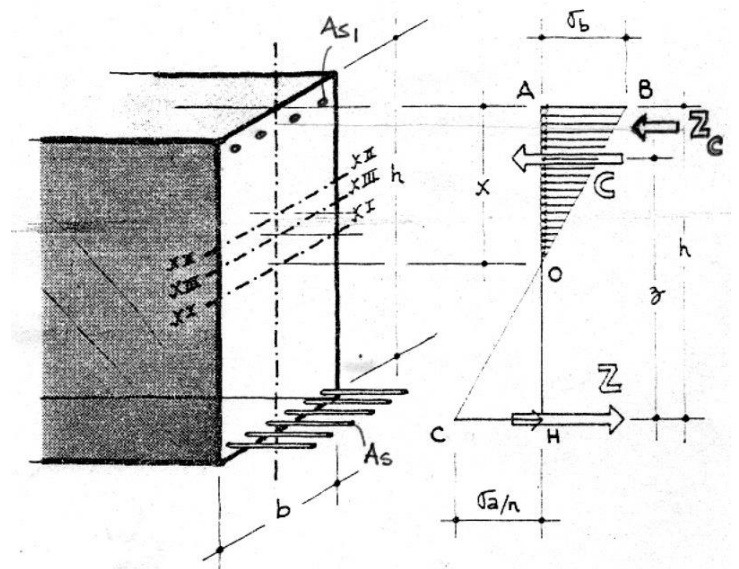


Figura 1

En algunos casos, la cantidad de acero que provee la fuerza Z , suele ser suficiente, pero no alcanza la fuerza C , para suministrar el par del momento interno. Lo primero que podríamos hacer es aumentar la altura, con lo que aumenta el brazo elástico z . Pero si por razones funcionales, la altura no puede incrementarse, deberemos

recurrir a agregar sección comprimida. La solución es la incorporación de armadura de acero pero, funcionando a compresión, quien colaborará con el hormigón. Se la denomina armadura comprimida y tendrá la misma deformación que la fibra de hormigón ubicada a la misma distancia del eje neutro (Z_c). Entonces, la resultante de compresión (C), surgirá de la composición de las dos fuerzas paralelas del hormigón (C) por un lado y del acero (Z_c) por otro. Esto hará que también se modifique el brazo elástico.

2) Cálculo de la armadura.

Cuando se trata de armadura simple las expresiones son las siguientes:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \cdot (0.85 \cdot d) \cdot f_y} \quad , \text{ pero una cuantía mínima de } A_s = \frac{b \cdot d}{300}$$

En el caso de losas la armadura se dispondrá en un metro de ancho. Para las vigas, se coloca la armadura determinada en el ancho "b" de la viga.

Como criterio de diseño y economía, trataremos siempre de evitar la armadura comprimida. Para ello se deberán modificar las dimensiones de los elementos para permitir una sección de hormigón suficiente para permitir el equilibrio interno.

Para la determinación de la cantidad y diámetro de las barras de acero a colocar, se pueden utilizar las tablas.

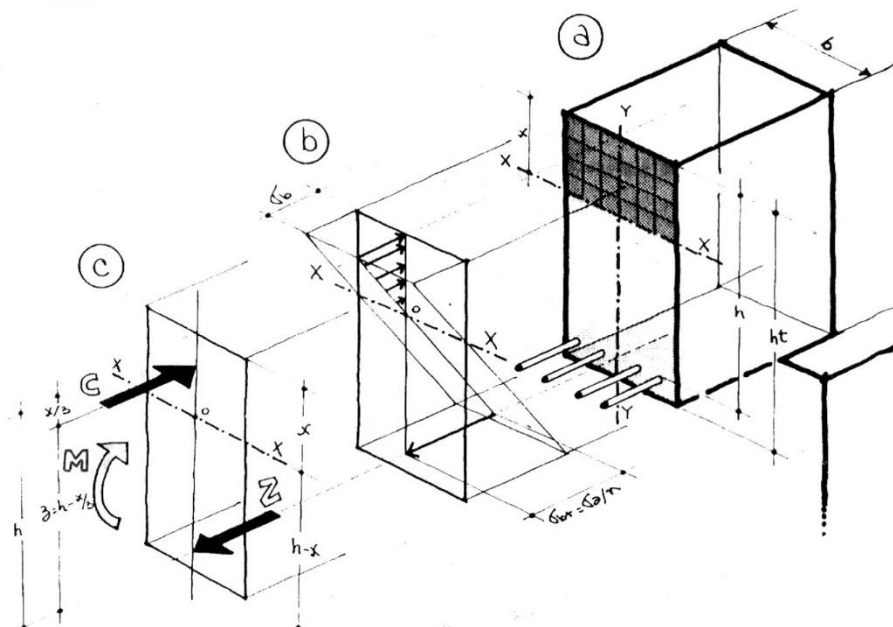


Figura 2

Verificación del corte

La acción de las cargas exteriores se manifiesta en la viga produciéndose un descenso respecto del plano de apoyo, originando trabajo interno de flexión. Paralelamente, aparece el trabajo por esfuerzos tangenciales, conocido normalmente como esfuerzo de corte y cuyo diagrama se designa con la letra V (ver figura 3). Las acciones exteriores producen deslizamientos verticales y horizontales (tangenciales y normales a la sección respectivamente), que deberán ser contrarrestados por esfuerzos internos de corte (v dados en MPa o kg/cm²).

La resultante de los esfuerzos internos es V_u :

de donde surge
$$v = \frac{V_u}{b \cdot d}$$

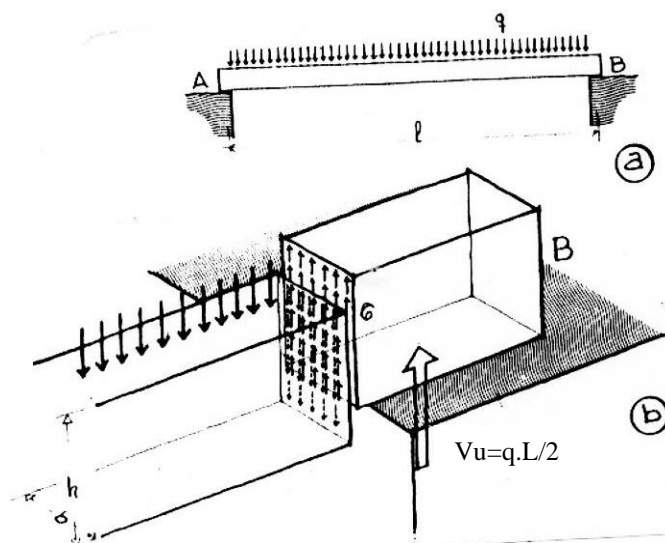


Figura 3

La manifestación de la tensión dentro de la viga, no es precisamente como esfuerzos rasantes, sino que se trata de un problema de tensiones principales de tracción y compresión. Las trayectorias de las líneas isostáticas de tracción (líneas que unen punto de igual tensión) siguen la forma del diagrama de momentos flectores, por lo que en el apoyo se producirían grietas a 45° aproximadamente. La forma de evitarlas es mediante la disposición de acero, intentando seguir a las líneas de tracción. Por eso aparecen las barras de acero dobladas llegando a los apoyos. (Figura 4)

El otro sistema usado es el empleo de estribos que por sencillez constructiva se colocan a 90°. A pesar de no seguir las trayectorias de las tensiones principales, logramos que atraviesen la fisura "cosiéndola", y evitando el trabajo del hormigón a tracción.

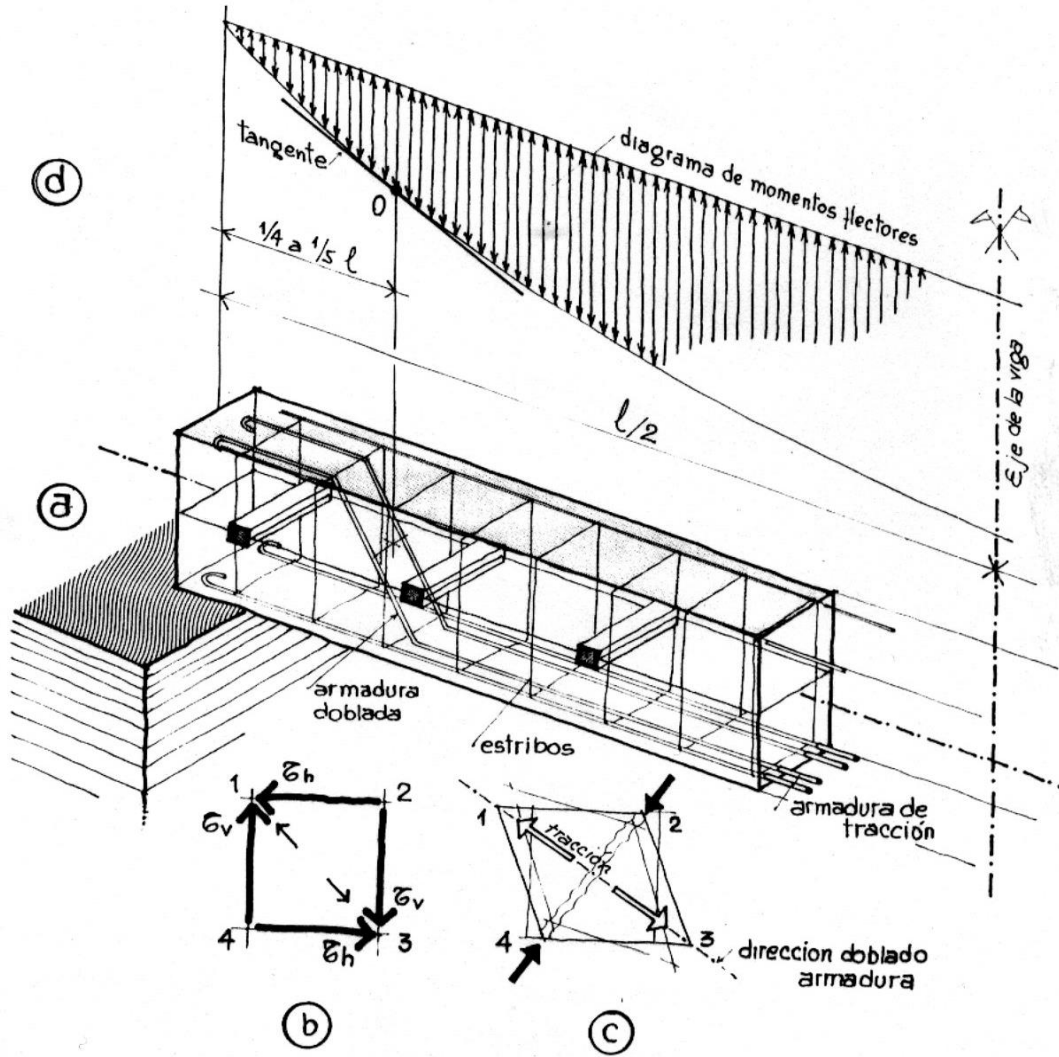


Figura 4

En este caso estudiaremos la manera de disponer armadura de corte para una viga por medio de estribos que resulta el más utilizado en la práctica.

Límite del esfuerzo de corte

El reglamento CIRSOC 201 propone un esquema de transferencia del corte mediante un mecanismo de “reticulado equivalente” según la Figura 5:

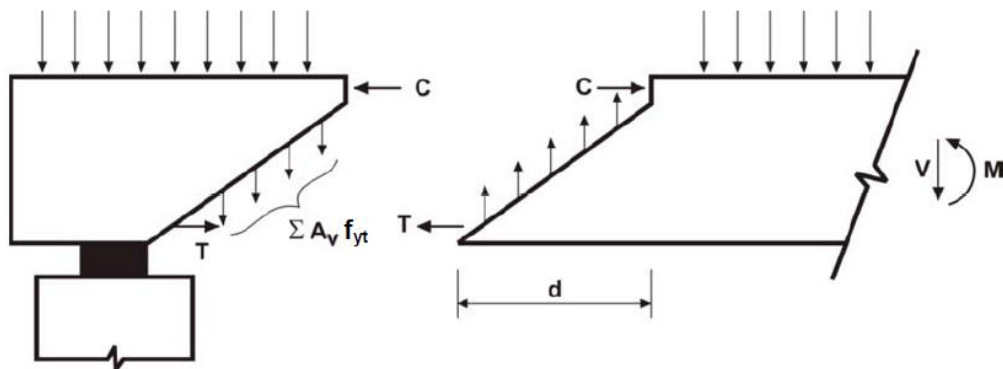


Figura 5

El esfuerzo de corte último V_u es resistido por el hormigón (V_c) y el acero (V_s). En esta figura, el acero tiene dirección vertical y se representa por las flechas "Av . fyt".

Siempre se debe cumplir que:

$$V_u \leq \phi (V_c + V_s)$$

La contribución del acero V_s no puede superar un valor máximo y esta limitación tiene por objeto controlar la compresión en las "bielas" comprimidas del reticulado equivalente. Por ello la resistencia nominal dado por el acero se limita a:

$$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$$

La contribución mínima del hormigón a la resistencia al corte viene dada por la siguiente expresión:

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$$

Sumando ambas se llega a la limitación máxima para V_u . Si se supera el valor se debe redimensionar la sección porque resulta insuficiente y se produciría estallido de las bielas comprimidas.

$$V_u \leq \phi (V_c + V_s)$$

$$V_u \leq \phi \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d + \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \right); \quad V_u \leq \phi \cdot \left(\frac{5}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \right)$$

Se pueden despejar las dimensiones de la sección mínima para que la viga verifique al máximo esfuerzo de corte:

$$b_w \cdot d = \frac{V_u}{\frac{5}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \phi}$$

Una vez seleccionadas las dimensiones mínimas (b_w y d), se debe determinar los valores de contribución del hormigón (V_c) y luego la demanda de armadura (V_s)

Para el caso general en las barras se puede presentar sólo flexión y corte, o bien se puede agregar también esfuerzos axiales de tracción o compresión. Este caso se presenta en los cordones y montantes de las vigas tipo Vierendeel, por ejemplo.

Contribución del hormigón V_c (según CIRSOC 201)

11.3.1.1. Para *elementos sometidos únicamente a corte y flexión*, V_c debe ser:

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d \quad (11-3)$$

11.3.1.2. Para *elementos sometidos a compresión axial*, V_c debe ser :

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d \quad (11-4)$$

donde el cociente N_u/A_g se debe expresar en MPa.

11.3.2.3. Para los *elementos sometidos a una tracción axial significativa*, el valor de V_c se debe determinar por medio de la siguiente expresión.

$$V_c = \left(1 + \frac{0,3 N_u}{A_g} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d \geq 0 \quad (11-8)$$

donde N_u es negativo para tracción y el cociente $\frac{N_u}{A_g}$ se debe expresar en MPa.

Demanda de acero V_s (según CIRSOC 201)

$$V_s \leq \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

Se debe respetar una cuantía mínima y separación máxima de estribos según las siguientes prescripciones:

$$A_{v,min} = \frac{1}{16} \sqrt{f'_c} \frac{b_w s}{f_{yt}} \geq 0,33 \frac{b_w s}{f_{yt}}$$

$$s \leq \begin{cases} d / 2 & \text{en elementos no pretensados} \\ (3 / 4) h & \text{en elementos pretensados} \\ 400 \text{ mm} & \end{cases}$$

El dimensionado se puede hacer eligiendo un diámetro para las barras de estribo y calcular la separación, o bien elegir separación y calcular la sección y diámetro de las barras. Se debe recordar la forma que tiene un estribo y considerar la cantidad de ramas en una sección transversal. Lo más común es utilizar 2 ramas, pero de acuerdo con las necesidades de la demanda de esfuerzo pueden usarse más ramas, previendo que tengan donde anclarse.

a) Si se elige el diámetro de la barra, la separación se calcula como:

$$sep = \frac{n^{\circ} \text{ ramas} \cdot f_y \cdot a_s \cdot d}{V_s}$$

donde:

sep = Separación de estribos en (mm).

a_s = Sección transversal de una barra de estribo en (mm²).

n° ramas = número de ramas del estribo que atraviesan una misma grieta.

d = Alto útil de la sección (mm).

f_y = Tensión de fluencia del acero. Para ADN-420, 420 (MPa).

V_s = Esfuerzo necesario a cubrir por el acero (N)

b) Al elegir la separación (Fig. 6), la sección de cada rama se calcula como:

$$a_s = \frac{V_s \cdot sep}{n^{\circ} \text{ ramas} \cdot f_y \cdot d}$$

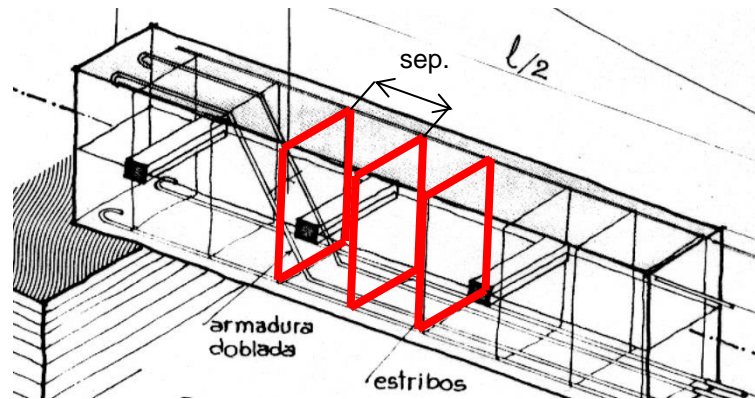


Figura 6

VERIFICACIÓN AL CORTE. Estrategia de resolución

1	Determinar esfuerzo V_u y la tensión de corte $v_u = V_u/b_w \cdot d$
2	Establecer límites de la tensión. $v_u \leq v_{m\acute{a}x} = \phi \cdot 5/6 \cdot \text{Raiz}(f'c)$
3	Determinar sección mínima (b_w , d y h)
4	Determinar colaboración del hormigón $V_c = 1/6 \cdot \text{Raiz}(f'c) \cdot b_w \cdot d$
5	Determinar esfuerzo a resistir por el acero. $V_s = (V_u/\phi) - V_c$
6	Controlar $V_{s\acute{m}ax} = 2/3 \cdot \text{Raiz}(f'c) \cdot b_w \cdot d$. Sino, redimensionar
7	Calcular armadura para estribos.
8	Controlar armadura mínima. $A_{v\acute{m}in} = 1/16 \cdot \text{Raiz}(f'c) \cdot (b_w \cdot s/f_y) \geq 0,33 \cdot (b_w \cdot s/f_y)$
9	Seleccionar el diámetro de acero a utilizar (Las dimensiones de la viga son dato)
10	Calcular la separación de estribos necesaria
11	Controlar valores máximos de separación

ANEXO 1: Recubrimientos mínimos (CIRSOC 201)

	Condición	Recubrimiento mínimo en mm
(a)	<input type="checkbox"/> Hormigón colocado en la base de las fundaciones, en contacto con la capa de hormigón de limpieza (El recubrimiento indicado NO incluye el espesor de la capa de limpieza, indicado en el artículo 5.6.2.1.)	50
(b)	Hormigón en contacto vertical con el suelo o expuesto al aire libre <input type="checkbox"/> para barras con $d_b > 16 \text{ mm}$ <input type="checkbox"/> para barras y alambres con $d_b \leq 16 \text{ mm}$	35 30
(c)	Hormigón no expuesto al aire libre ni en contacto con el suelo:	
	<i>Losas, tabiques, nervaduras:</i> <input type="checkbox"/> para barras con $d_b > 32 \text{ mm}$ <input type="checkbox"/> para barras y alambres con $d_b \leq 32 \text{ mm}$	30 20 pero $\geq d_b$
	<i>Vigas, columnas:</i> <input type="checkbox"/> para armadura principal <input type="checkbox"/> para estribos abiertos y estribos cerrados <input type="checkbox"/> para zunchos en espiral	d_b pero ≥ 20 y ≤ 40 20 40
	<i>Cáscaras y placas plegadas:</i> <input type="checkbox"/> para barras con $d_b > 16 \text{ mm}$ <input type="checkbox"/> para barras y alambres con $d_b \leq 16 \text{ mm}$	20 15
(*)	<ul style="list-style-type: none"> • Para las clases de exposición A3, Q1 y C1 (ver Tabla 2.1.), los valores dados en esta Tabla se deben incrementar un 30 % • Para las clases de exposición CL, M1, M2, M3, C2, Q2 y Q3 (ver Tabla 2.1.), los valores dados en esta Tabla se deben incrementar un 50 %. 	

Tabla 2.1. Clases de exposición generales que producen corrosión de armaduras

1	2	3	4	5	6
EXPOSICIÓN					
Desig.	Clase	Subclase	Tipo de proceso	Descripción del medio ambiente	Ejemplos ilustrativos de estructuras donde se pueden dar las clases de exposición
A 1	No agresiva		Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> • Interiores de edificios no sometidos a condensaciones • Elementos exteriores de edificios, revestidos • Hormigón masivo interior • Estructuras en ambientes rurales y climas desérticos, con precipitación media anual $< 250 \text{ mm}$. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interiores de edificios protegidos de la intemperie • Columnas y vigas exteriores revestidas con materiales cerámicos o materiales que demoran la difusión del CO_2. • Elementos estructurales de hormigón masivo que no están en contacto con el medio ambiente. Parte interior de los mismos.
A 2	Ambiente Normal	Temperatura moderada y fría, sin congelación. Humedad alta y media o con ciclos de mojado y secado	Corrosión por carbonatación	<ul style="list-style-type: none"> • Interiores de edificios expuestos al aire con $\text{HR} \geq 65 \%$ o a condensaciones • Exteriores expuestos a lluvias con precipitación media anual $< 1.000 \text{ mm}$. • Elementos enterrados en suelos húmedos o sumergidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Sótanos no ventilados • Fundaciones • Tableros y pilas de puentes • Elementos de hormigón en cubiertas de edificios • Exteriores de edificios. • Interiores de edificios con humedad del aire alta o media • Pavimentos • Losas para estacionamientos
A 3	Clima cálido y húmedo		Corrosión por carbonatación	<ul style="list-style-type: none"> • Exteriores expuestos a lluvias con precipitación media anual $\geq 1.000 \text{ mm}$ • Temperatura media mensual durante más de 3 meses al año $\geq 25^\circ \text{ C}$. 	

Ver figuras en página siguiente

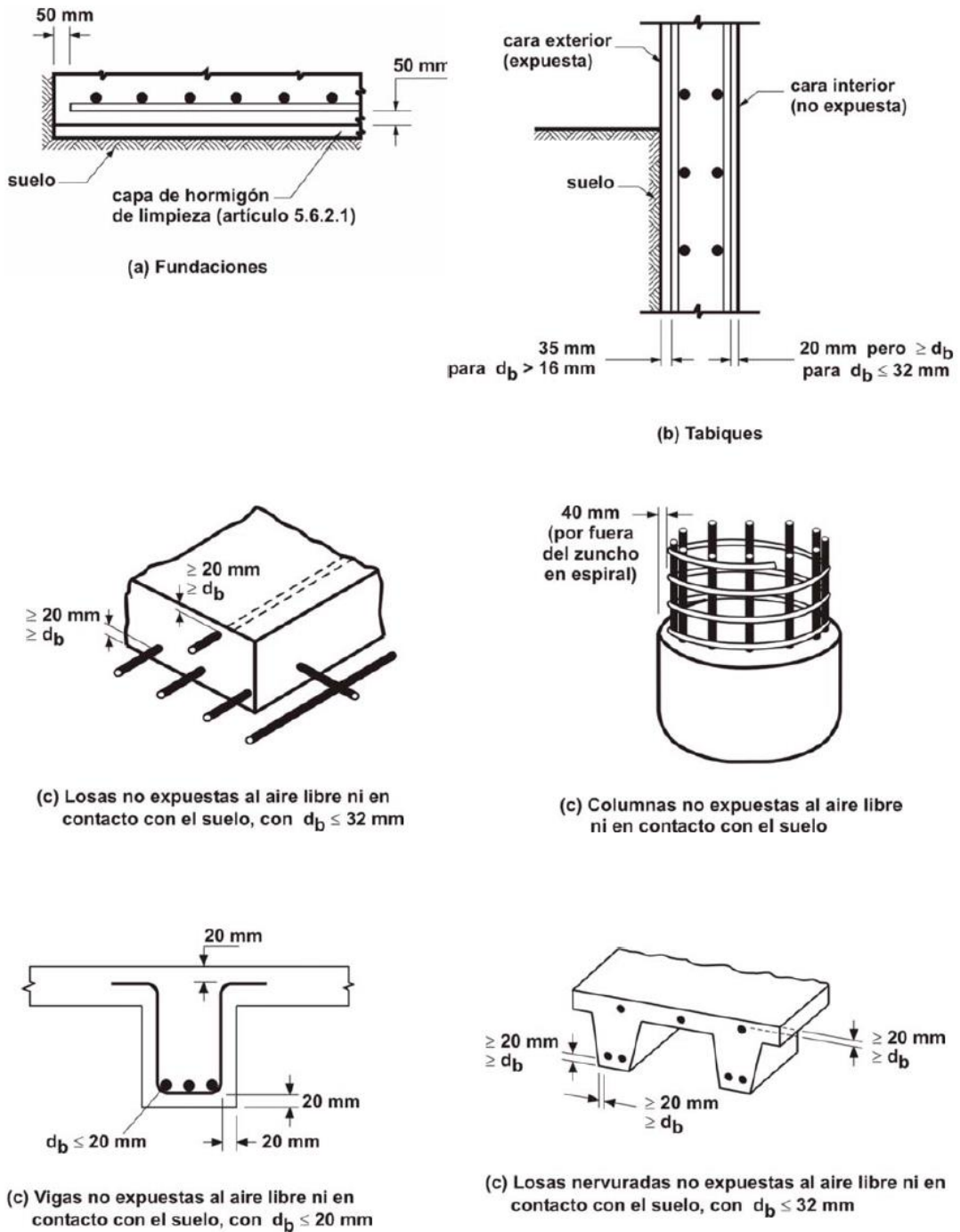
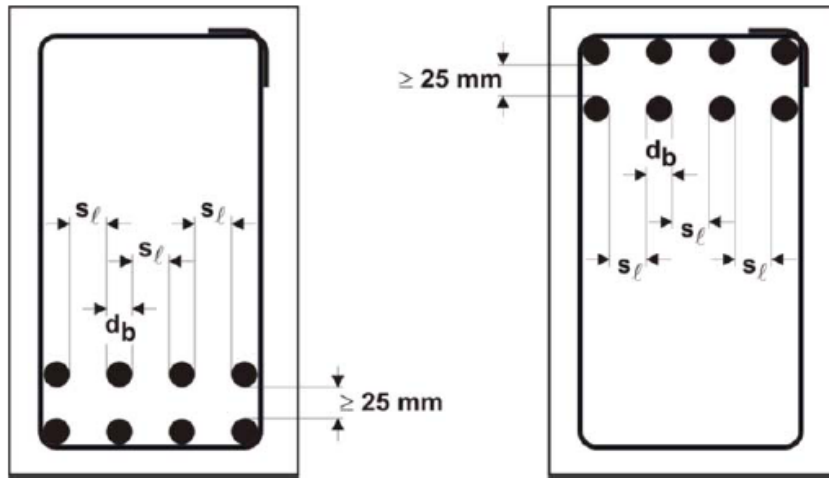
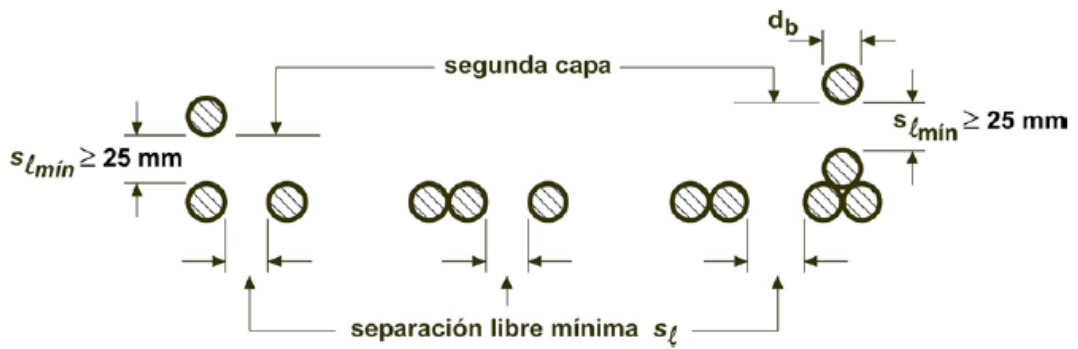


Figura 7.7.1. Ejemplos de recubrimientos mínimos especificados en la Tabla 7.7.1. para condiciones ambientales A1 y A2.

ANEXO 2: Separación mínima entre armaduras (CIRSOC 201)



Vigas s_ℓ $\begin{cases} \geq 25 \text{ mm} \\ \geq d_b \\ \geq 1,33 \text{ del tamaño máximo nominal del agregado grueso} \end{cases}$



ANEXO 3: Ganchos y mandriles de doblado (CIRSOC 201)

a) Para barras longitudinales

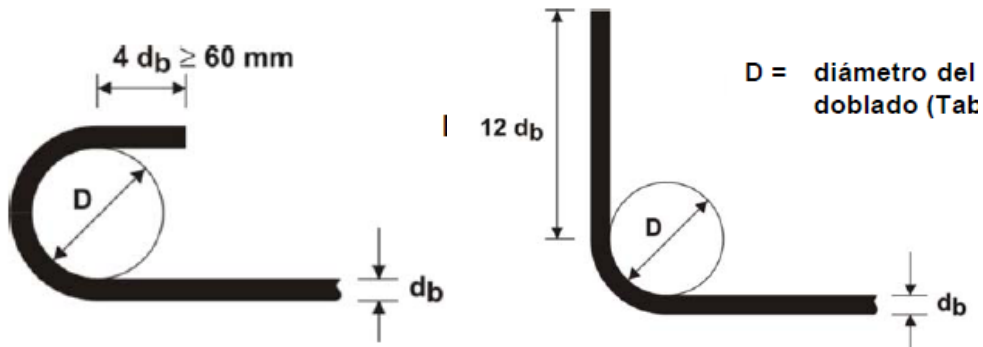


Tabla 7.2.1.1. Diámetros mínimos del mandril de doblado, D, para ganchos normales

Diámetro de las barras o alambres d_b (mm)	Diámetro mínimo del mandril de doblado D
$d_b \leq 25$	$6 d_b$
$25 < d_b \leq 32$	$8 d_b$
$d_b > 32$	$10 d_b$

b) Para estribos

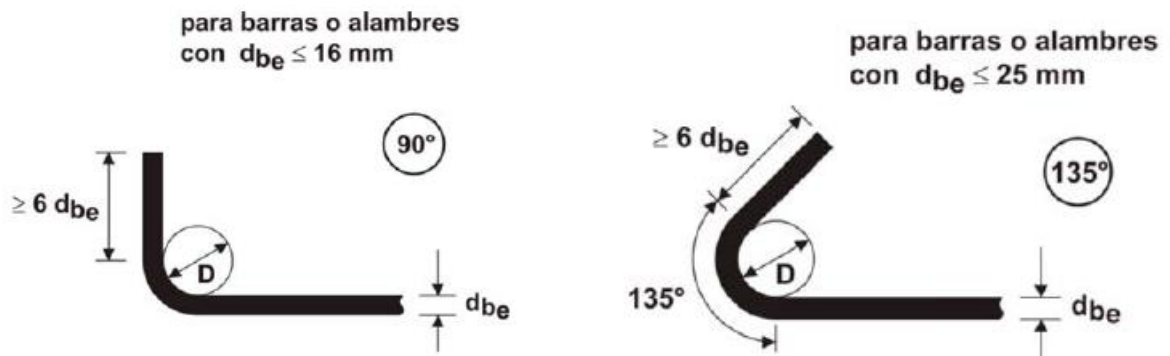


Tabla 7.2.3. Diámetro mínimo del mandril de doblado, D, para estribos abiertos y estribos cerrados

Diámetro de la barra o alambre del estribo, d_{be} (mm)	Diámetro mínimo del mandril de doblado D
$d_{be} \leq 16$	$4 d_{be}$
$d_{be} > 16$	Según la Tabla 7.2.1.1.

Anexo 4: Tablas**Tabla 1. Módulos de Elasticidad y Resistencia Característica de Hormigones**

Tensión Especificada o Característica					
Hormigón tipo	H-20	H-25	H-30	H-38	H-45
Resistencia característica (f'_c [kg/cm ²])	200	250	300	350	450
Módulo de Elasticidad E_b [kg/cm ²]	210190	235000	257430	278056	315286

Tabla 2. Clases de hormigones

Clase de hormigón	Resistencia especificada a compresión f'_c (MPa)	A utilizar en hormigones
H – 15	15	simples (sin armar)
H – 20	20	simples y armados
H – 25	25	Simples, armados y pretensados
H – 30	30	
H – 35	35	
H – 40	40	
H – 45	45	
H – 50	50	
H – 60	60	

Tabla 3. Sección de armaduras (Vigas y Columnas)

Secciones de armadura para vigas y columnas [cm ²]														
Diámetro	Peso	Cantidad de Barras												
[mm]	[kg/m]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20
4	0,099	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00	1,13	1,26	1,51	2,01	2,51
6	0,222	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83	3,39	4,52	5,65
8	0,394	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,01	3,52	4,02	4,52	5,02	6,03	8,04	10,05
10	0,616	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	9,42	12,56	15,70
12	0,887	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,91	9,04	10,17	11,30	13,56	18,09	22,61
16	1,578	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,09	20,10	24,12	32,15	40,19
20	2,465	3,14	6,28	9,42	12,56	15,70	18,84	21,98	25,12	28,26	31,40	37,68	50,24	62,80
25	3,851	4,91	9,81	14,72	19,63	24,53	29,44	34,34	39,25	44,16	49,06	58,88	78,50	98,13
32	6,310	8,04	16,08	24,12	32,15	40,19	48,23	56,27	64,31	72,35	80,38	96,46	128,61	160,77

Se indican sólo los diámetros disponibles comercialmente. Las barras de 32 mm son a pedido y por toneladas.

Tabla 4. Sección de armaduras por metro de ancho (Losas)

Secciones de armadura para losas [cm ² /m]																										
Diámetro	Separación entre barras [cm]																									
[mm]	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5	19	19,5	20
4	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
6	3,8	3,5	3,3	3,1	3,0	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4
8	6,7	6,3	5,9	5,6	5,3	5,0	4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	3,9	3,7	3,6	3,5	3,3	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,6	2,5
10	10,5	9,8	9,2	8,7	8,3	7,9	7,5	7,1	6,8	6,5	6,3	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,1	4,9	4,8	4,6	4,5	4,4	4,2	4,1	4,0	3,9
12	15,1	14,1	13,3	12,6	11,9	11,3	10,8	10,3	9,8	9,4	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,3	7,1	6,9	6,6	6,5	6,3	6,1	5,9	5,8	5,7
16	26,8	25,1	23,6	22,3	21,2	20,1	19,1	18,3	17,5	16,7	16,1	15,5	14,9	14,4	13,9	13,4	13,0	12,6	12,2	11,8	11,5	11,2	10,9	10,6	10,3	10,0
20	41,9	39,3	36,9	34,9	33,1	31,4	29,9	28,5	27,3	26,2	25,1	24,2	23,3	22,4	21,7	20,9	20,3	19,6	19,0	18,5	17,9	17,4	17,0	16,5	16,1	15,7
25	65,4	61,3	57,7	54,5	51,6	49,1	46,7	44,6	42,7	40,9	39,3	37,7	36,3	35,0	33,8	32,7	31,7	30,7	29,7	28,9	28,0	27,3	26,5	25,8	25,2	24,5
barras/m	13,3	12,5	11,8	11,1	10,5	10,0	9,5	9,1	8,7	8,3	8,0	7,7	7,4	7,1	6,9	6,7	6,5	6,3	6,1	5,9	5,7	5,6	5,4	5,3	5,1	5,0

Se indican sólo los diámetros disponibles comercialmente.

Tabla 5. Cantidad máxima de barras por ancho de viga

$\frac{\phi}{b}$ mm (cm)	8	10	12	14	16	20	25
12	3	2	2	2	2	2	—
14	3	3	3	3	2	2	2
15	4	3	3	3	3	2	2
16	4	4	3	3	3	3	2
18	5	4	4	4	4	3	3
20	5	5	5	4	4	4	3
22	6	6	5	5	5	4	3
24	7	6	6	6	5	5	4
25	7	7	6	6	5	5	4
26			7	6	6	5	4
28			7	7	6	6	5
30			8	7	7	6	5
32					7	7	5
34					8	7	6
35					8	7	6
36					9	8	6
38					9	8	7
40					10	9	7
45						10	8
50						11	9
55						12	10
60						14	11
65						15	12
70						16	13
75						17	14
80						19	15
85						20	16
90						21	17
95						22	18
100						24	19

Tabla 6. Mallas de acero soldadas (Losas)

Denominación	Separación entre los alambres		Diámetro nominal de los alambres		Sección nominal de los alambres		Peso nominal			Conformación	Denominación
	Long	Transv.	Long	Transv.	Long	Transv.	Panel	Rollo	Por m ² de Panel		
	mm	mm	mm	mm	cm ² /m	cm ² /m	kg	kg	kg/m ²		
Q 47	150	150	3,0	3,0	0,47	0,47	9,77	81,5	0,76	Lisa (L)	Q 47
Q 61	150	150	3,4	3,4	0,61	0,61	12,60	105,0	0,97		Q 61
Q 50	250	250	4,0	4,0	0,50	0,50	10,40	86,8	0,81	Nervurada (N)	Q 50
Q 84	150	150	4,0	4,0	0,84	0,84	17,30	145,0	1,35		Q 84
Q 92	150	150	4,2	4,2	0,92	0,92	19,10	160,0	1,49		Q 92
Q106	150	150	4,5	4,5	1,06	1,06	22,00	184,0	1,71		Q106
Q131	150	150	5,0	5,0	1,31	1,31	27,10	226,0	2,10		Q131
Q139	100	100	4,2	4,2	1,39	1,39	28,40	237,0	2,21		Q139
Q158	150	150	5,5	5,5	1,58	1,58	32,90	275,0	2,55		Q158
Q188	150	150	6,0	6,0	1,88	1,88	39,10	326,0	3,03		Q188
Q221	150	150	6,5	6,5	2,21	2,21	45,80	-	3,55		Q221
Q257	150	150	7,0	7,0	2,57	2,57	53,10	-	4,12		Q257
Q335	150	150	8,0	8,0	3,35	3,35	69,60	-	5,39		Q335
Q378	150	150	8,5	8,5	3,78	3,78	78,30	-	6,07		Q378
Q524	150	150	10,0	10,0	5,24	5,24	108,00	-	8,42		Q524
Q754	150	150	12,0	12,0	7,54	7,54	156,00	-	12,10		Q754
R 84	150	250	4,0	4,0	0,84	0,50	14,00	116,0	1,08		Nervurada (N)
R 92	150	250	4,2	4,2	0,92	0,56	15,40	129,0	1,20	R 92	
R106	150	250	4,5	4,2	1,06	0,56	16,90	141,0	1,31	R106	
R131	150	250	5,0	4,2	1,31	0,56	19,50	162,0	1,51	R131	
R158	150	250	5,5	4,2	1,58	0,56	22,50	187,0	1,74	R158	
R188	150	250	6,0	4,2	1,88	0,56	25,60	213,0	1,98	R188	
R221	150	250	6,5	4,2	2,21	0,56	29,00	-	2,25	R221	
R257	150	250	7,0	4,2	2,57	0,56	32,80	-	2,54	R257	
R335	150	250	8,0	5,0	3,35	0,78	43,50	-	3,37	R335	
R378	150	250	8,5	5,0	3,78	0,78	48,00	-	3,72	R378	
R524	150	250	10,0	6,0	5,24	1,13	67,00	-	5,19	R524	
R754	150	250	12,0	7,0	7,54	1,52	95,50	-	7,40	R754	

Tabla 7. Selección de Viguetas Pretensadas

VIGUETAS PRETENSADAS PREAR 90

MOMENTOS ADMISIBLES (Kgm/m)

SERIES	VIGUETAS SIMPLES												VIGUETAS DOBLES												SERIES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	3 cm						5 cm						3 cm						5 cm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	9.5	12.5	15.5	17.5	200	230	12.5	16.5	22.5	27.5	250	270	325	379	488	634	856	451	561	708	776	895	976	1097		1278	1459	1639	1820	2001	2181	2362	2542	2723	2903	3084	3264	3445	3625	3806	3986	4167	4347	4528	4708	4889	5069	5250	5430	5611	5791	5972	6152	6333	6513	6694	6874	7055	7235	7416	7596	7777	7957	8138	8318	8499	8679	8860	9040	9221	9401	9582	9762	9943	10123	10304	10484	10665	10845	11026	11206	11387	11567	11748	11928	12108	12289	12469	12649	12830	13010	13190	13371	13551	13732	13912	14093	14273	14454	14634	14815	14995	15176	15356	15537	15717	15898	16078	16259	16439	16619	16800	16980	17161	17341	17522	17702	17883	18063	18244	18424	18605	18785	18966	19146	19327	19507	19688	19868	20049	20229	20410	20590	20771	20951	21132	21312	21493	21673	21854	22034	22215	22395	22576	22756	22937	23117	23298	23478	23659	23839	24020	24200	24381	24561	24742	24922	25103	25283	25464	25644	25825	26005	26186	26366	26547	26727	26908	27088	27269	27449	27630	27810	27991	28171	28352	28532	28713	28893	29074	29254	29435	29615	29796	29976	30157	30337	30518	30698	30879	31059	31240	31420	31601	31781	31962	32142	32323	32503	32684	32864	33045	33225	33406	33586	33767	33947	34128	34308	34489	34669	34850	35030	35211	35391	35572	35752	35933	36113	36294	36474	36655	36835	37016	37196	37377	37557	37738	37918	38099	38279	38460	38640	38821	39001	39182	39362	39543	39723	39904	40084	40265	40445	40626	40806	40987	41167	41348	41528	41709	41889	42070	42250	42431	42611	42792	42972	43153	43333	43514	43694	43875	44055	44236	44416	44597	44777	44958	45138	45319	45499	45680	45860	46041	46221	46402	46582	46763	46943	47124	47304	47485	47665	47846	48026	48207	48387	48568	48748	48929	49109	49290	49470	49651	49831	50012	50192	50373	50553	50734	50914	51095	51275	51456	51636	51817	52000	52180	52361	52541	52722	52902	53083	53263	53444	53624	53805	53985	54166	54346	54527	54707	54888	55068	55249	55429	55610	55790	55971	56151	56332	56512	56693	56873	57054	57234	57415	57595	57776	57956	58137	58317	58498	58678	58859	59039	59220	59400	59581	59761	59942	60122	60303	60483	60664	60844	61025	61205	61386	61566	61747	61927	62108	62288	62469	62649	62830	63010	63191	63371	63552	63732	63913	64093	64274	64454	64635	64815	65000	65180	65361	65541	65722	65902	66083	66263	66444	66624	66805	66985	67166	67346	67527	67707	67888	68068	68249	68429	68610	68790	68971	69151	69332	69512	69693	69873	70054	70234	70415	70595	70776	70956	71137	71317	71498	71678	71859	72039	72220	72400	72581	72761	72942	73122	73303	73483	73664	73844	74025	74205	74386	74566	74747	74927	75108	75288	75469	75649	75830	76010	76191	76371	76552	76732	76913	77093	77274	77454	77635	77815	78000	78180	78361	78541	78722	78902	79083	79263	79444	79624	79805	79985	80166	80346	80527	80707	80888	81068	81249	81429	81610	81790	81971	82151	82332	82512	82693	82873	83054	83234	83415	83595	83776	83956	84137	84317	84498	84678	84859	85039	85220	85400	85581	85761	85942	86122	86303	86483	86664	86844	87025	87205	87386	87566	87747	87927	88108	88288	88469	88649	88830	89010	89191	89371	89552	89732	89913	90093	90274	90454	90635	90815	91000	91180	91361	91541	91722	91902	92083	92263	92444	92624	92805	92985	93166	93346	93527	93707	93888	94068	94249	94429	94610	94790	94971	95151	95332	95512	95693	95873	96054	96234	96415	96595	96776	96956	97137	97317	97498	97678	97859	98039	98220	98400	98581	98761	98942	99122	99303	99483	99664	99844	100025	100205	100386	100566	100747	100927	101108	101288	101469	101649	101830	102010	102191	102371	102552	102732	102913	103093	103274	103454	103635	103815	104000	104180	104361	104541	104722	104902	105083	105263	105444	105624	105805	105985	106166	106346	106527	106707	106888	107068	107249	107429	107610	107790	107971	108151	108332	108512	108693	108873	109054	109234	109415	109595	109776	109956	110137	110317	110498	110678	110859	111039	111220	111400	111581	111761	111942	112122	112303	112483	112664	112844	113025	113205	113386	113566	113747	113927	114108	114288	114469	114649	114830	115010	115191	115371	115552	115732	115913	116093	116274	116454	116635	116815	117000	117180	117361	117541	117722	117902	118083	118263	118444	118624	118805	118985	119166	119346	119527	119707	119888	120068	120249	120429	120610	120790	120971	121151	121332	121512	121693	121873	122054	122234	122415	122595	122776	122956	123137	123317	123498	123678	123859	124039	124220	124400	124581	124761	124942	125122	125303	125483	125664	125844	126025	126205	126386	126566	126747	126927	127108	127288	127469	127649	127830	128010	128191	128371	128552	128732	128913	129093	129274	129454	129635	129815	130000	130180	130361	130541	130722	130902	131083	131263	131444	131624	131805	131985	132166	132346	132527	132707	132888	133068	133249	133429	133610	133790	133971	134151	134332	134512	134693	134873	135054	135234	135415	135595	135776	135956	136137	136317	136498	136678	136859	137039	137220	137400	137581	137761	137942	138122	138303	138483	138664	138844	139025	139205	139386	139566	139747	139927	140108	140288	140469	140649	140830	141010	141191	141371	141552	141732	141913	142093	142274	142454	142635	142815	143000	143180	143361	143541	143722	143902	144083	144263	144444	144624	144805	144985	145166	145346	145527	145707	145888	146068	146249	146429	146610	146790	146971	147151	147332	147512	147693	147873	148054	148234	148415	148595	148776	148956	149137	149317	149498	149678	149859	150039	150220	150400	150581	150761	150942	151122	151303	151483	151664	151844	152025	152205	152386	152566	152747	152927	153108	153288	153469	153649	153830	154010	154191	154371	154552	154732	154913	155093	155274	155454	155635	155815	156000	156180	156361	156541	156722	156902	157083	157263	157444	157624	157805	157985	158166	158346	158527	158707	158888	159068	159249	159429	159610	159790	159971	160151	160332	160512	160693	160873	161054	161234	161415	161595	161776	161956	162137	162317	162498	162678	162859	163039	163220	163400	163581	163761	163942	164122	164303	164483	164664	164844	165025	165205	165386	165566	165747	165927	166108	166288	166469	166649	166830	167010	167191	167371	167552	167732	167913	168093	168274	168454	168635	168815	169000	169180	169361	169541	169722	169902	170083	170263	170444	170624	170805	170985	171166	171346	171527	171707	171888	172068	172249	172429	172610	172790	172971	173151	173332	173512	173693	173873	174054	174234	174415	174595	174776	174956	175137	175317	175498	175678	175859	176039	176220	176400	176581	176761	176942	177122	177303	177483	177664	177844	178025	178205	178386	178566	178747	178927	179108	179288	179469	179649	179830	180010	180191	180371	180552	180732	180913	181093	181274	181454	181635	181815	182000	182180	182361	182541	182722	182902	183083	183263	183444	183624	183805	183985	184166	184346	184527	184707	184888	185068	185249	185429	185610	185790	185971	186151	186332	186512	186693	186873	187054	187234	187415	187595	187776	187956	188137	188317	188498	188678	188859	189039	189220	189400	189581	189761	189942	190122	190303	190483	190664	190844	191025	191205	191386	191566	191747	191927	192108	192288	192469	192649	192830	193010	193191	193371	193552	193732	193913	194093	194274	194454	194635	194815	195000	195180	195361	195541	195722	195902	196083	196263	196444	196624	196805	196985	197166	197346	197527	197707	197888	198068	198249	198429	198610	198790	198971	199151	199332	199512	199693	199873	200054	200234	200415	200595	200776	200956	201137	201317	201498	201678	201859	202039	202220	202400	202581	202761	202942	203122	203303	203483	203664	203844	204025	204205	204386	204566

Tabla 8. Viguetas. Largos comerciales. Cómputo

LONGITUDES STANDARD Y ARMADURAS

SERIES	0	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a
DESDE m	1,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	7,00
HASTA m	2,60	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	
ARMADURA mm ²	18,1	27,1	36,2	40,7	45,02	54,3	63,3	67,9	81,4	90,5

VOLUMEN DE HORMIGÓN Y CANTIDAD DE ELEMENTOS POR m²

	VIGUETAS SIMPLES		VIGUETAS DOBLES	
	CAPA DE COMP. 3 cm	CAPA DE COMP. 5 cm	CAPA DE COMP. 3 cm	CAPA DE COMP. 5 cm
9,5	0,036 m ³ /m ²	0,056 m ³ /m ²		
12,5	0,041 m ³ /m ²	0,061 m ³ /m ²		
16,5	0,056 m ³ /m ²	0,076 m ³ /m ²	0,072 m ³ /m ²	0,092 m ³ /m ²
22,5	0,065 m ³ /m ²	0,085 m ³ /m ²	0,084 m ³ /m ²	0,104 m ³ /m ²
CANTIDAD DE LADRILLOS	8 u/m ²	8 u/m ²	6,3 u/m ²	6,3 u/m ²
CANTIDAD DE VIGUETAS	2ml/m ²	2ml/m ²	3,17 ml/m ²	3,17 ml/m ²

Tabla 9. Viguetas. Disposición de armaduras

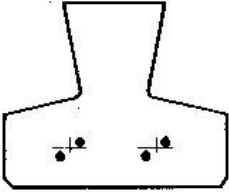
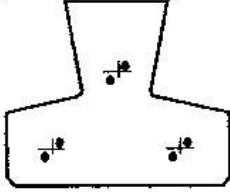
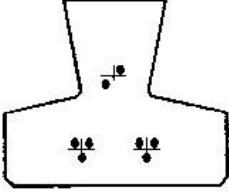
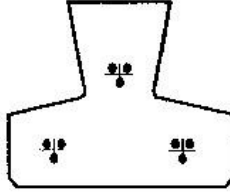
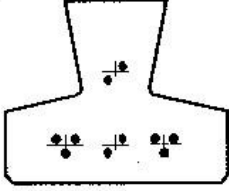
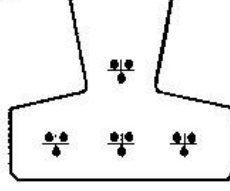
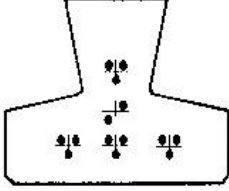
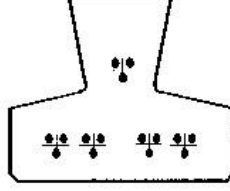
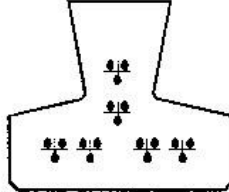
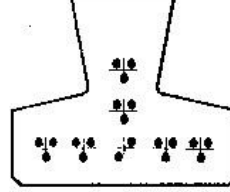
<p>SERIE 0</p>  <p>Secc. 18,1 mm²</p>	<p>SERIE 1_a</p>  <p>Secc. 27,1 mm²</p>
<p>SERIE 2_a</p>  <p>Secc. 36,2 mm²</p>	<p>SERIE 3_a</p>  <p>Secc. 40,7 mm²</p>
<p>SERIE 4_a</p>  <p>Secc. 45,2 mm²</p>	<p>SERIE 5_a</p>  <p>Secc. 54,3 mm²</p>
<p>SERIE 6_a</p>  <p>Secc. 63,3 mm²</p>	<p>SERIE 7_a</p>  <p>Secc. 67,9 mm²</p>
<p>SERIE 8_a</p>  <p>Secc. 81,4 mm²</p>	<p>SERIE 9_a</p>  <p>Secc. 90,5 mm²</p>

Tabla 10. Coeficientes para Momentos Flectores. Losas en dos direcciones

Caso	Tipo de panel	Momento Considerado	Lado Corto Coeficientes										Lado Largo para Cualquier Relación
			Relación Lado Largo/Lado Corto										
			1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,75	2			
1	4 Lados continuos	M Neg. En lado continuo	31	27	23	21	20	19	17	15	31		
		M. Pos. Tramo	42	36	31	28	26	24	22	20	42		
2	1 lado corto discontinuo	M Neg. En lado continuo	27	23	21	20	18	16	15	15	27		
		M. Pos. Tramo	36	31	26	26	24	23	21	19	36		
3	1 lado largo discontinuo	M Neg. En lado continuo	27	23	19	18	16	15	13	12	27		
		M. Pos. Tramo	36	30	26	23	21	20	17	15	36		
4	2 L. Adyacentes discontinuos	M Neg. En lado continuo	21	19	17	15	14	13	12	11	21		
		M. Pos. Tramo	29	25	22	20	19	18	16	14	29		
5	2 L. Cortos Discontinuos	M Neg. En lado continuo	22	20	19	18	17	17	15	14	-		
		M. Pos. Tramo	29	27	25	23	23	22	20	19	29		
6	2 L. Largos Discontinuos	M Neg. En lado continuo	-	-	-	-	-	-	-	-	22		
		M. Pos. Tramo	29	23	20	18	16	15	13	11	29		
7	3 Lados Discontinuos (Largo Continuo)	M Neg. En lado continuo	18	16	14	13	13	12	11	10	-		
		M. Pos. Tramo	23	21	19	18	17	16	14	14	23		
8	3 Lados Discontinuos (Corto Continuo)	M Neg. En lado continuo	-	-	-	-	-	-	-	-	18		
		M. Pos. Tramo	23	20	17	15	14	13	11	10	23		
9	4 Lados Discontinuos	M Neg. En lado continuo	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		M. Pos. Tramo	18	16	14	13	12	11	10	9	18		

$M_i = \frac{q \times l_{\text{corto}}^2}{n}$
 $M_i =$ Momento en la sección i
 $q =$ Carga ultima sobre la losa
 $l_{\text{corto}} =$ Luz menor de la losa
 $n =$ coeficiente que se obtiene de la tabla

Tabla 11. Resistencia del acero a corte en vigas con estribos

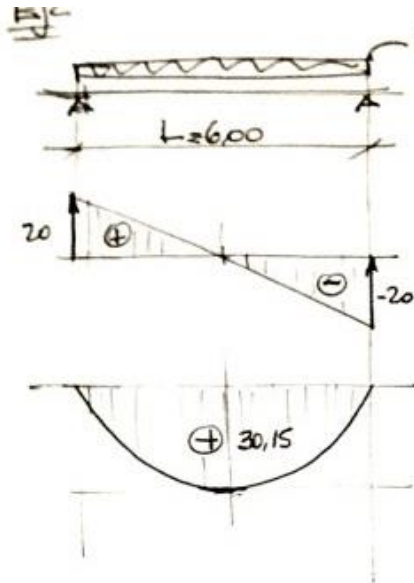
Esfuerzo de corte de estribos Vs. Para 1 rama [t]									
Acero tipo ADN-420					ϕ [mm]	6	Área [cm ²]	0,28	
Altura de viga "h" [cm]	Canto útil de viga "d" [cm]	Separación de Estribos [cm]							
		10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	30
20	17,0	2,02	1,61	1,35	1,15	1,01	0,90	0,81	0,67
25	21,8	2,58	2,07	1,72	1,48	1,29	1,15	1,03	0,86
30	26,5	3,15	2,52	2,10	1,80	1,57	1,40	1,26	1,05
35	31,3	3,71	2,97	2,47	2,12	1,85	1,65	1,48	1,24
40	36,0	4,27	3,42	2,85	2,44	2,14	1,90	1,71	1,42
45	40,8	4,84	3,87	3,22	2,76	2,42	2,15	1,93	1,61
50	45,5	5,40	4,32	3,60	3,09	2,70	2,40	2,16	1,80
55	50,3	5,96	4,77	3,98	3,41	2,98	2,65	2,39	1,99
60	55,0	6,53	5,22	4,35	3,73	3,26	2,90	2,61	2,18
65	59,8	7,09	5,67	4,73	4,05	3,55	3,15	2,84	2,36
70	64,5	7,66	6,12	5,10	4,37	3,83	3,40	3,06	2,55
75	69,3	8,22	6,58	5,48	4,70	4,11	3,65	3,29	2,74
80	74,0	8,78	7,03	5,86	5,02	4,39	3,90	3,51	2,93
85	78,8	9,35	7,48	6,23	5,34	4,67	4,15	3,74	3,12
90	83,5	9,91	7,93	6,61	5,66	4,96	4,40	3,96	3,30

Esfuerzo de corte de estribos Vs. Para 1 rama [t]									
Acero tipo ADN-420					ϕ [mm]	8	Área [cm ²]	0,50	
Altura de viga "h" [cm]	Canto útil de viga "d" [cm]	Separación de Estribos [cm]							
		10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	30
20	17,0	3,59	2,87	2,39	2,05	1,79	1,59	1,43	1,20
25	21,8	4,59	3,67	3,06	2,62	2,29	2,04	1,84	1,53
30	26,5	5,59	4,47	3,73	3,20	2,80	2,49	2,24	1,86
35	31,3	6,59	5,28	4,40	3,77	3,30	2,93	2,64	2,20
40	36,0	7,60	6,08	5,06	4,34	3,80	3,38	3,04	2,53
45	40,8	8,60	6,88	5,73	4,91	4,30	3,82	3,44	2,87
50	45,5	9,60	7,68	6,40	5,49	4,80	4,27	3,84	3,20
55	50,3	10,60	8,48	7,07	6,06	5,30	4,71	4,24	3,53
60	55,0	11,61	9,28	7,74	6,63	5,80	5,16	4,64	3,87
65	59,8	12,61	10,09	8,41	7,20	6,30	5,60	5,04	4,20
70	64,5	13,61	10,89	9,07	7,78	6,81	6,05	5,44	4,54
75	69,3	14,61	11,69	9,74	8,35	7,31	6,49	5,84	4,87
80	74,0	15,61	12,49	10,41	8,92	7,81	6,94	6,25	5,20
85	78,8	16,62	13,29	11,08	9,50	8,31	7,39	6,65	5,54
90	83,5	17,62	14,10	11,75	10,07	8,81	7,83	7,05	5,87

Esfuerzo de corte de estribos Vs. Para 1 rama [t]									
Acero tipo ADN-420					ϕ [mm]	10	Área [cm ²]	0,79	
Altura de viga "h" [cm]	Canto útil de viga "d" [cm]	Separación de Estribos [cm]							
		10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	30
20	17,0	5,60	4,48	3,74	3,20	2,80	2,49	2,24	1,87
25	21,8	7,17	5,74	4,78	4,10	3,59	3,19	2,87	2,39
30	26,5	8,74	6,99	5,82	4,99	4,37	3,88	3,49	2,91
35	31,3	10,30	8,24	6,87	5,89	5,15	4,58	4,12	3,43
40	36,0	11,87	9,50	7,91	6,78	5,93	5,28	4,75	3,96
45	40,8	13,44	10,75	8,96	7,68	6,72	5,97	5,37	4,48
50	45,5	15,00	12,00	10,00	8,57	7,50	6,67	6,00	5,00
55	50,3	16,57	13,25	11,04	9,47	8,28	7,36	6,63	5,52
60	55,0	18,13	14,51	12,09	10,36	9,07	8,06	7,25	6,04
65	59,8	19,70	15,76	13,13	11,26	9,85	8,76	7,88	6,57
70	64,5	21,27	17,01	14,18	12,15	10,63	9,45	8,51	7,09
75	69,3	22,83	18,27	15,22	13,05	11,42	10,15	9,13	7,61
80	74,0	24,40	19,52	16,27	13,94	12,20	10,84	9,76	8,13
85	78,8	25,96	20,77	17,31	14,84	12,98	11,54	10,39	8,65
90	83,5	27,53	22,02	18,35	15,73	13,76	12,24	11,01	9,18

Esfuerzo de corte de estribos Vs. Para 1 rama [t]									
Acero tipo ADN-420					ϕ [mm]	12	Área [cm ²]	1,13	
Altura de viga "h" [cm]	Canto útil de viga "d" [cm]	Separación de Estribos [cm]							
		10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	30
20	17,0	8,07	6,45	5,38	4,61	4,03	3,59	3,23	2,69
25	21,8	10,32	8,26	6,88	5,90	5,16	4,59	4,13	3,44
30	26,5	12,58	10,06	8,38	7,19	6,29	5,59	5,03	4,19
35	31,3	14,83	11,87	9,89	8,48	7,42	6,59	5,93	4,94
40	36,0	17,09	13,67	11,39	9,76	8,54	7,59	6,83	5,70
45	40,8	19,34	15,47	12,89	11,05	9,67	8,60	7,74	6,45
50	45,5	21,59	17,28	14,40	12,34	10,80	9,60	8,64	7,20
55	50,3	23,85	19,08	15,90	13,63	11,92	10,60	9,54	7,95
60	55,0	26,10	20,88	17,40	14,92	13,05	11,60	10,44	8,70
65	59,8	28,36	22,69	18,90	16,20	14,18	12,60	11,34	9,45
70	64,5	30,61	24,49	20,41	17,49	15,31	13,61	12,24	10,20
75	69,3	32,87	26,29	21,91	18,78	16,43	14,61	13,15	10,96
80	74,0	35,12	28,10	23,41	20,07	17,56	15,61	14,05	11,71
85	78,8	37,37	29,90	24,92	21,36	18,69	16,61	14,95	12,46
90	83,5	39,63	31,70	26,42	22,65	19,81	17,61	15,85	13,21

EJERCICIO Nº 1: Dimensionado al corte



$q_u = 6,77t/m$ - H-25 - ADN-420
 $R_{Au} = R_{Bu} = q_u \cdot \frac{L}{2} = \frac{20,1t}{2} = 200 \text{ kN}$
 $M_u = q_u \cdot \frac{L^2}{8} = 30,15 \text{ tm}$

Predimensionado

1. Por corte $\rightarrow V_u \leq \left(\frac{5}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \right) \cdot 0,75$
 $(b_w \cdot d)_{\min} = \frac{V_u}{\frac{5}{6} \sqrt{f_c'} \cdot 0,75}$

$(b \cdot d)_{\min} = \frac{200 \cdot 10^3 \text{ N}}{\frac{5}{6} \sqrt{25} \cdot 0,75} = 64000 \text{ mm}^2$

+ Adopto $b = 200 \text{ mm}$. $\rightarrow d = \frac{64000 \text{ mm}^2}{200} = 320 \text{ mm}$.
 + Por flexión adopto $\frac{h}{d} = \frac{L}{12} = \frac{600 \text{ cm}}{12} = 50 \text{ cm}$.

$b = 250 \text{ mm}$, $h = 500 \text{ mm}$; $d = 500 - 30 = 470 \text{ mm}$.

$A_s = \frac{M_u}{\phi \cdot \rho \cdot f_y} = \frac{301,5 \text{ kNm} \times 10^3 \times 10^3}{0,90 \cdot (0,85 \cdot 470) \cdot 420} = 1996 \text{ mm}^2 = 19,96 \text{ cm}^2$

$A_{s \min} = (b \cdot h) / 300 = (20 \cdot 50) / 300 = 3,33 \text{ cm}^2$ 4 ϕ 25

Corte

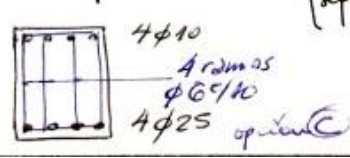
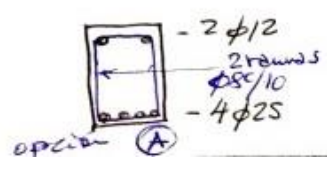
$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = 200 / 0,75 - 97,92 = 168,7 \text{ kN}$

$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{25} \cdot 250 \times 470 = 97,917 \text{ N} = 97,92 \text{ kN}$.

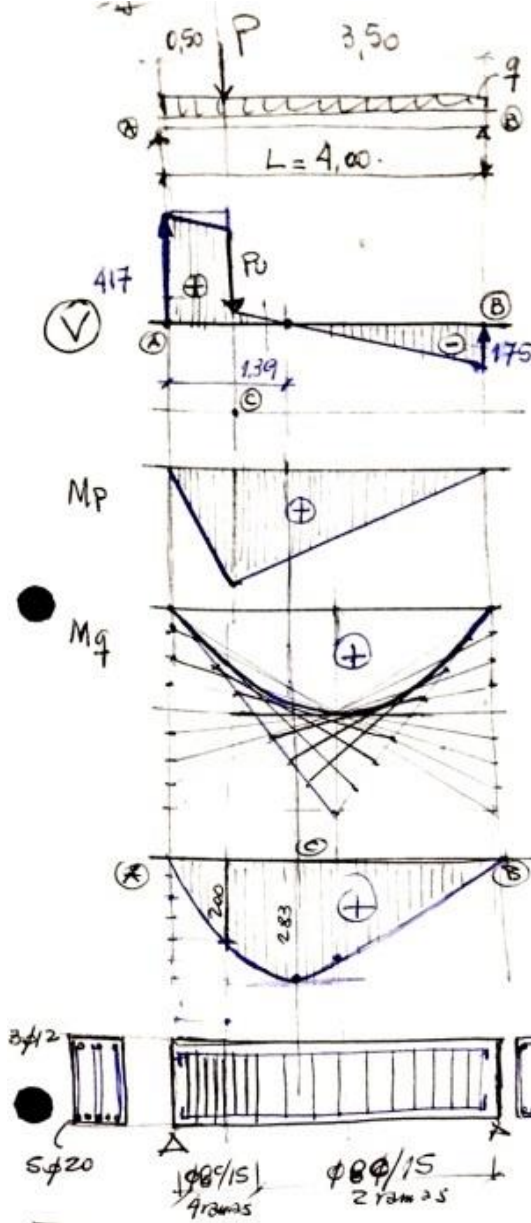
$\frac{A_s}{s} = \frac{V_u}{f_y \cdot d} = \frac{168700 \text{ N}}{420 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 470} = 0,85 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}} = 0,085 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$

Para 2 ramas $\rightarrow \frac{A_s}{s} = \frac{0,085}{2} = 0,0425 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$ sep 10 cm $\rightarrow A_s = 0,42 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 8$
 $\phi 8 \text{ c} / 10 \text{ cm}$ (A)

Para 4 ramas $\rightarrow \frac{A_s}{s} = \frac{0,085}{4} = 0,02125 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$ sep 20 cm $\rightarrow A_s = 0,42 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 8$
 4 ramas $\phi 8 \text{ c} / 20$ (B)
 sep 10 cm $\rightarrow A_s = 0,21 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 6$
 4 ramas $\phi 6 \text{ c} / 10$ (C)



EJERCICIO Nº 2: Dimensionado al corte



	D	L	H-25
P	150	90	kN
q	30	18	kN/m

$f_y = 420 \text{ MPa}$

$P_u = 1.2 P_D + 1.6 P_L = 324 \text{ kN}$; $q_u = 3.78 + 2.88 = 6.67 \text{ kN/m}$

$b_w = 200 \text{ mm}$; $d = 330 \text{ mm}$
 $p_p = 0.2 \times 0.3 \times 2.4 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 0.15 \frac{\text{t}}{\text{m}} = 1.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
 $R_A = \left(\frac{3.50}{4.00}\right) \cdot 324 \text{ kN} + 6.67 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 4.00 \text{ m} / 2 = 417 \text{ kN}$
 $R_B = \left(\frac{0.5}{4.0}\right) 324 \text{ kN} + 134 \text{ kN} = 175 \text{ kN}$

$M_C = R_A \cdot 0.50 - q_u \cdot \frac{0.50^2}{2} = 162 - 8.4 = 154 \text{ kNm}$
 $M_x = R_A \cdot x - P_D(x - 0.50) - q_u \cdot \frac{x^2}{2}$

$V = R_A - q_u \cdot x - P \Rightarrow \text{Si } V = 0 \rightarrow M = M_{\text{máx}}$
 $x = \frac{R_A - P}{q_u} = \frac{417 - 324}{6.67} = 1.39 \text{ m}$
 $M_{x=1.39} = 283 \text{ kNm}$

$A_s = \frac{M_u}{0.9 \cdot \rho \cdot f_y} = \frac{283 \cdot 1000 \text{ N}\cdot\text{mm}}{0.9 \cdot 0.265 \cdot 420 \text{ MPa}} = 2825 \text{ mm}^2$
 $A_{s \text{ min}} = \frac{b \cdot d}{300} = \frac{200 \cdot 310}{300} = 207 \text{ mm}^2$
 $A_s = 6 \phi 25 (6 \times 490 \text{ cm}^2) = 2943 \text{ mm}^2 \rightarrow 6K$

$\sigma_{uA} = \frac{V_u}{b_w \cdot d} = \frac{417 \cdot 1000 \text{ N}}{200 \cdot 310} = 6.72 \text{ MPa}$ $\sigma_{uA} \leq \phi \cdot \sigma_n$ $\phi = 0.75$
 $\sigma_{n \text{ máx}} = \frac{5}{6} \sqrt{f'_c}$

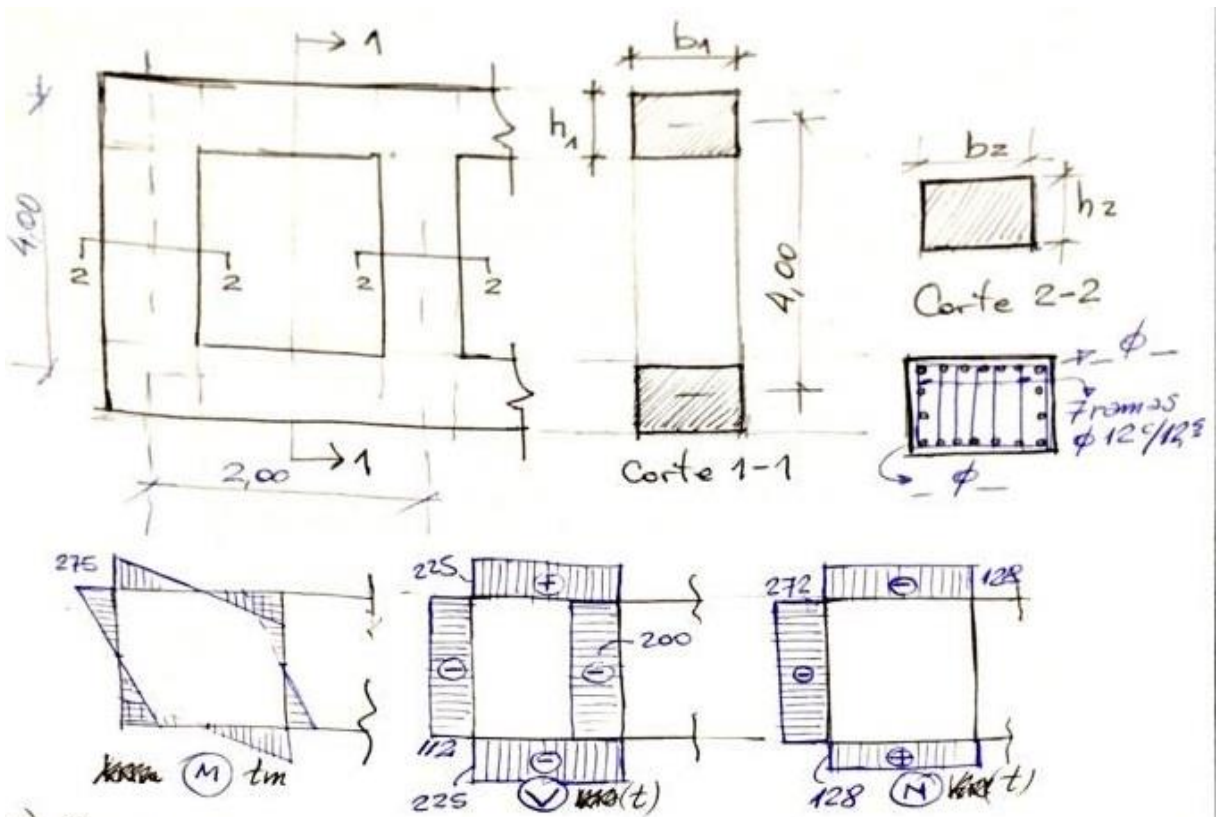
$\sigma_{uA} = 6.72 \text{ MPa} > \frac{5}{6} \sqrt{25} = 4.17 \text{ MPa} \rightarrow \text{No Verifica!!}$

Sección mínima $\rightarrow V_u \leq \left[\frac{5}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d\right]^{0.75}$ si $b_w = 250 \text{ mm} \rightarrow d =$
 $d = \left(\frac{V_u}{0.75}\right) \cdot \frac{6}{5} \frac{1}{\sqrt{f'_c} \cdot b_w} = \frac{417 \cdot 1000 \text{ N}}{0.75 \cdot 1.65 \cdot 250 \text{ mm}} \cdot \frac{6}{5} = 534 \text{ mm} \rightarrow h = 600 \text{ mm}$

Estribos $V_u \leq \phi (V_c + V_s) \rightarrow V_s = V_u / \phi - V_c = 417 / 0.75 - 119 = 437 \text{ kN}$
 $V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 570 = 119 \text{ kN}$
 $A_{s_s} = V_s / (f_y \cdot d) = 437 \cdot 1000 \text{ N} / (420 \text{ MPa} \cdot 570 \text{ mm}) = 1.825 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}} = 0.183 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$

EJERCICIO Nº 3: VIGA VIERENDEEL

Nota: No se ha considerado la influencia del esfuerzo normal para calcular la contribución del hormigón en la resistencia al corte V_c , según expresiones 11.4 y 11.8. (la numeración de las expresiones corresponden al CIRSOC 201)



1) Cordones y Mantantes → Dimensionar a flexo-compresión y flexo-tracción

e) Predimensionado al corte

Se adopta A-30 y todos de = dimensiones

$$V_u \leq \phi \left(\frac{5}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \right)$$

$$b \times d = \frac{V_u}{\left(\phi \cdot \frac{5}{6} \sqrt{f_c'} \right)} = \frac{225.000 \text{ N}}{\left(0,75 \cdot \frac{5}{6} \sqrt{30} \right)} = 657257 \text{ mm}^2$$

Adopto $b = 900 \text{ mm} \rightarrow d = 730 \text{ mm} \rightarrow$ Adopto $H = 900 \text{ mm}$.

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 900 \cdot 870 = 714,7 \text{ kN} \approx 715 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{225000 \text{ N}}{0,75} - 715000 \text{ N} = 2285000 \text{ N} = 2285 \text{ kN}$$

$$\frac{A_s}{\text{sep}} = \frac{V_s}{f_y \cdot d} = \frac{2285000 \text{ N}}{420 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 870 \text{ mm}} = \frac{6,25 \text{ mm}^2}{\text{mm}} = \frac{0,625 \text{ cm}^2}{\text{cm}}$$

$$\text{sep} = \frac{6 \text{ ramas} \cdot f_y \cdot d \cdot a_s}{V_s} = \frac{6 \times 420 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 870 \text{ mm} \cdot \phi 12^2}{2285000 \text{ N}} = 108 \text{ mm}$$

{ 6 ramas
 φ12/10cm
 Ramas φ12/125

